

Chapitre 7

ACTIVITÉ 4 - La propulsion par réaction - p. 153



□ Qu'est-ce que la propulsion par réaction ?

Situation-problème :

On souhaite mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan de quantité de mouvement. Pour cela, on dispose de la vidéo d'un véhicule réel, propulsé par un moteur-fusée et conçu pour battre des records de vitesse terrestre, et de la vidéo d'un chariot à réaction (Chariot.avi), équipé de petites roues, propulsé par un moteur à réaction à air.

Le moteur à réaction du chariot est constitué d'un ballon de baudruche, équipé d'un embout de section S qui joue le rôle de tuyère et qui permet d'éjecter l'air à vitesse constante.

Des mesures réalisées avec une autre vidéo (Pression.avi) montrent en effet que la surpression de l'air contenue dans le ballon est faible et quasiment constante, ce qui implique que le volume ainsi que la masse d'air éjecté sont proportionnels à l'intervalle de temps écoulé (les débits volumique et massique sont constants).

1. Analyser

> Après avoir regardé rapidement la vidéo du document 1, puis observé la vidéo Chariot.avi du document 2 à l'aide d'un logiciel de pointage, faire un schéma montrant les deux situations suivantes : le chariot à réaction **immobile** à l'état initial au début de la vidéo, puis **en mouvement** quelques instants plus tard à l'état final avant la fin de la vidéo.

Représenter également l'air éjecté à l'état final sous forme d'un nuage.

Pour l'état final, dessiner les vecteurs vitesse du chariot et de l'air éjecté (on considère que tout l'air éjecté est sorti toujours à la même vitesse).

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

DÉMARCHE D'INVESTIGATION → p. 153 du manuel
VERSION ÉLÈVE

> On appelle M la masse du chariot à l'état final et m la masse d'air éjecté. En reprenant le schéma précédent et en faisant l'hypothèse que la quantité de mouvement du système {chariot + air} se conserve entre l'état initial et l'état final, montrer que l'air éjecté permet au chariot d'avancer. Établir que la valeur de la vitesse acquise par le chariot vaut alors :

(1)

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.



On souhaite maintenant vérifier que la quantité de mouvement se conserve pour le chariot à réaction. Des mesures réalisées à partir d'une vidéo montrant le dégonflage complet du ballon donnent un débit volumique $D = 5,2 \pm 0,3 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ et la valeur u de la vitesse de l'air éjecté $u = 50 \pm 9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

> Proposer un protocole expérimental permettant de réaliser la mesure de l'intervalle de temps Δt pour atteindre un état final donné, c'est-à-dire une valeur $v = 0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ de la vitesse acquise par le chariot à l'état final, ainsi que les masses M et m du chariot et de l'air éjecté à l'état final.

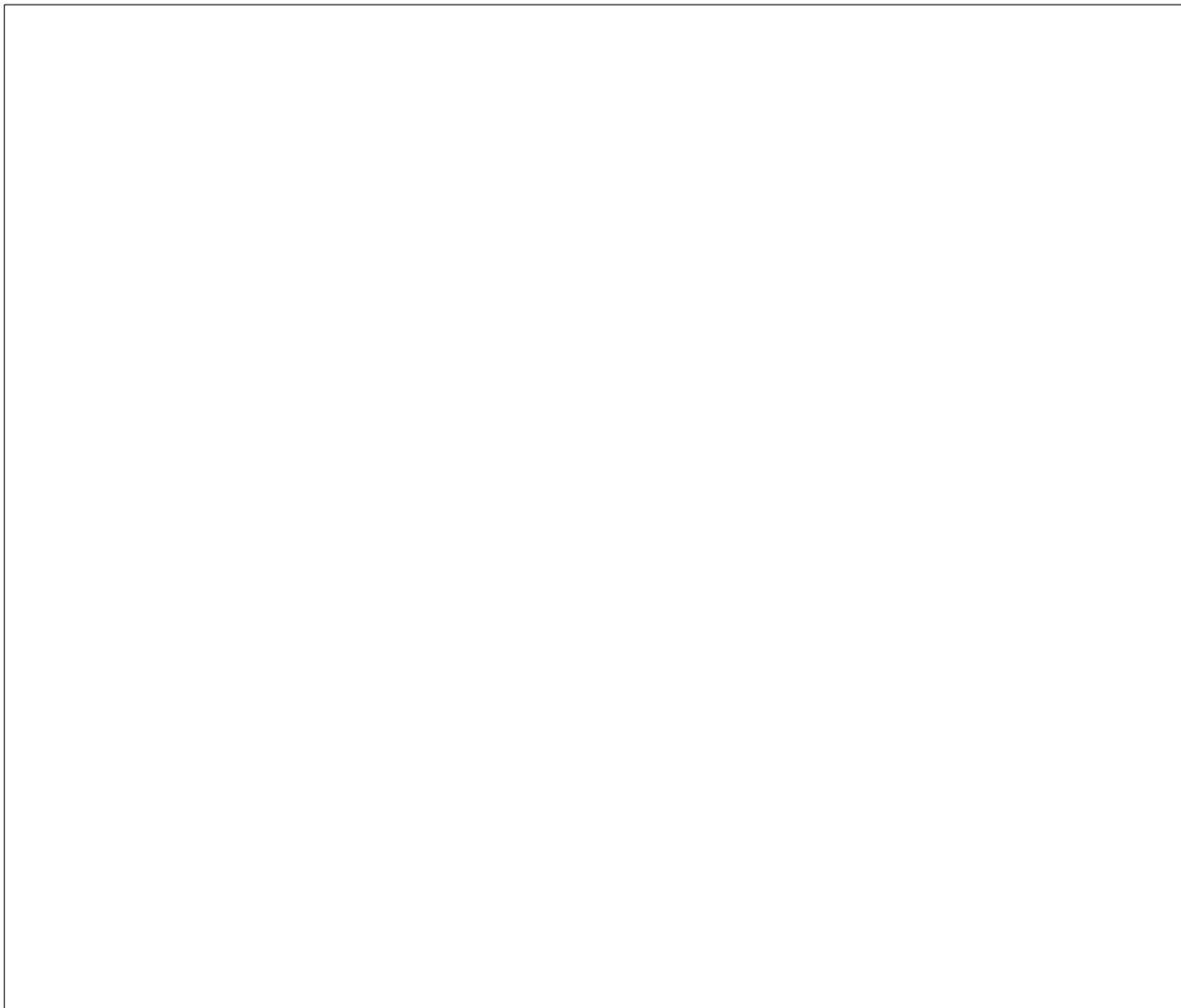
Données :

- masse à vide du chariot : $M_0 = 31 \pm 1 \text{ g}$;
- volume du ballon de baudruche à l'état initial : $V_0 = 4,0 \text{ L} \pm 0,1 \text{ L}$;
- masse volumique de l'air dans les conditions de l'expérience : $\rho = 1,2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Matériel à disposition :

- un ordinateur muni d'un logiciel de pointage et d'un logiciel tableur-grapheur dédié à la physique-chimie ;
- la vidéo Chariot.avi montrant le chariot propulsé par l'air contenu dans un ballon de baudruche.

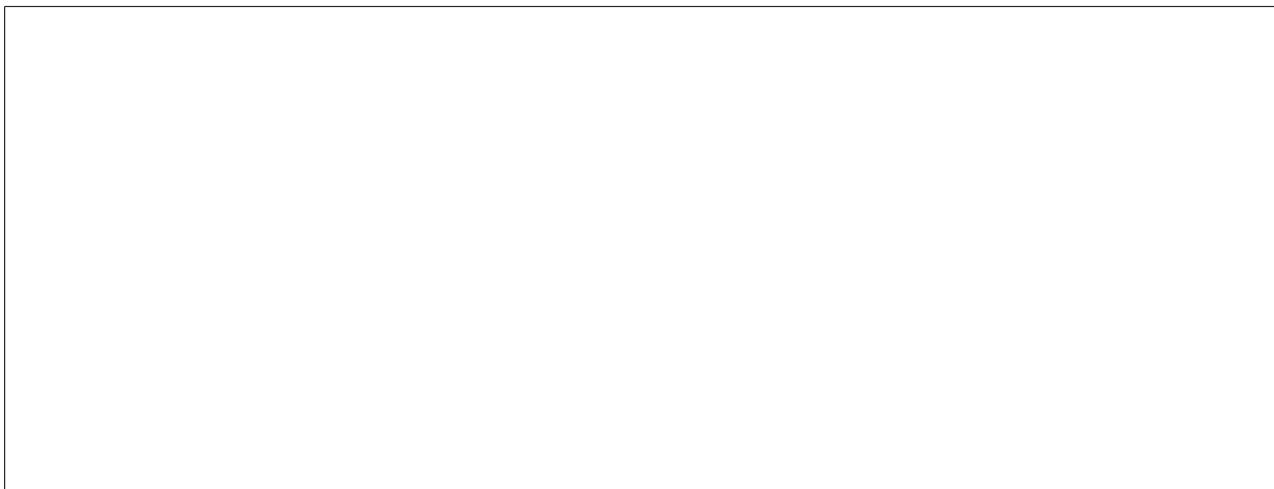
En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

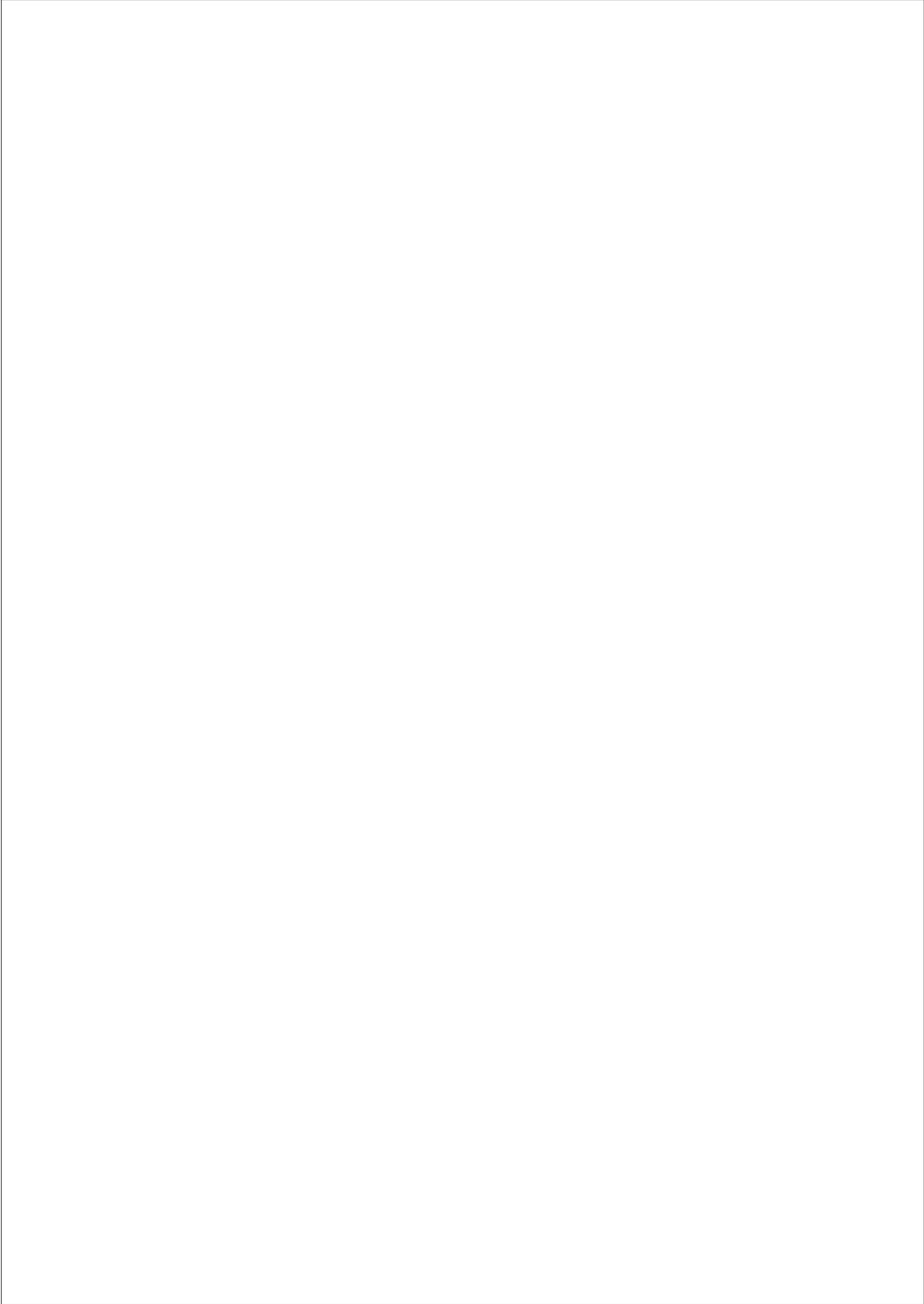


2. Réaliser

> Réaliser le protocole proposé.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.





3. Valider

> En utilisant les incertitudes liées aux résultats obtenus, comparer la valeur $v = 0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ de la vitesse du chariot qui définit l'état final à la valeur de l'expression obtenue en (1) : .

Discuter de la validité de l'hypothèse de la conservation de la quantité de mouvement en appuyant le raisonnement sur les incertitudes associées aux différentes données. Justifier la valeur de la vitesse de $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ choisie pour définir l'état final.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

> Peut-on considérer que l'hypothèse de la conservation de la quantité de mouvement est valable ?

DÉMARCHE D'INVESTIGATION → p. 153 du manuel
VERSION ÉLÈVE

Après avoir regardé la vidéo Frotchar.avi, proposer une explication pour préciser la réponse à la question précédente.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.



> Après avoir regardé la vidéo du document 1 et l'avoir comparée à la vidéo Chariot.avi du document 2, établir les points communs et les différences entre les deux situations. La quantité de mouvement est-elle conservée dans la situation de la vidéo 1 ? Répondre à cette question de manière nuancée en envisageant un bilan de quantité de mouvement à différents instants de la vidéo.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

